



ANAIS do 25º Congresso Brasileiro de Espeleologia
Vinhedo SP, 09-11 de julho de 1999 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 25º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br/25cbeanais.asp

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

PINHEIRO, Z.C.. Medidas legais e operacionais de proteção e controle do patrimônio espeleológico, situado próximo aos sítios de atividades urbanas ou minerárias, no estado de Minas Gerais. In: RASTEIRO, M.A.; MARTINS, L.R.B. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 25, 1999. Vinhedo. *Anais...* Campinas: SBE, 2017. p.97-105. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais25cbe/25cbe_097-105.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br



MEDIDAS LEGAIS E OPERACIONAIS DE PROTEÇÃO E CONTROLE DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO, SITUADO PRÓXIMO AOS SÍTIOS DE ATIVIDADES URBANAS OU MINERÁRIAS, NO ESTADO DE MINAS GERAIS ¹

Zilmar Celestino PINHEIRO – Geógrafa; Analista de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente; Especialista em Urbanismo; e Consultora na Área Ambiental.

Resumo

O presente trabalho, acha-se proposto no sentido de levantar as medidas jurídicas e operacionais inerentes à proteção e preservação das cavidades naturais subterrâneas, com realce para aquelas induzidas aos processos de licenciamento ambiental pelos órgãos e pelas autoridades competentes, sobretudo, quando tratarem de matéria que cause impacto sobre o patrimônio espeleológico nacional.

Palavras-Chave: Patrimônio espeleológico-arqueológico-paleontológico; licenciamento ambiental.

APRESENTAÇÃO

A eleição desse tema, ora apresentado, significa mais uma etapa na trajetória curricular e o início do coroamento de longos esforços profissionais aos quais posso aduzir o fascínio, a motivação e o interesse na sedução suscitada pelos estudos relacionados com as cavidades naturais subterrâneas, das quais. Minas Gerais oferece portentosos exemplares, e desafiantes investigações científicas e, porque não dizer, alguns mistérios.

Este trabalho pretende contribuir para o fortalecimento das ações de proteção das cavidades naturais subterrâneas, através da divulgação dos instrumentos legais e operacionais em vigor.

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

Do ponto de vista formal e científico, este trabalho, que busca examinar aspectos da proposição de medidas legais e operacionais de proteção e controle do patrimônio espeleológico nacional e, em particular, ao de Minas Gerais, se quadra dentro das exigências constitucionais, legais e regulamentares vigentes no País.

De fato, as cavidades naturais subterrâneas, designação científica para diferentes modalidades de cavernas, na linguagem coloquial estão sob proteção da Constituição Federal de 1988 classificadas como bens da União, verbis:

"Art. 20 - São bens da União:

...

X - as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos;"

Importante notar, no entanto, que nenhuma Constituição Republicana Federal brasileira anterior (1891, 1934, 1987, 1946, 1967 e 1969) cogitou de tratar dessa definição, à qual o jurista e ambientalista LEME MACHADO (1998) define o termo cavidade natural subterrânea, à luz da legislação vigente e noutra passagem de seu importante trabalho, fala da impossibilidade de utilização de cavernas para fins minerários.

No Estado de Minas Gerais, a Constituição de 05 de outubro de 1989, ao referir-se ao domínio público de seus bens, esquivava-se como é óbvio, em incluir as cavidades naturais subterrâneas e os sítios espeleológicos e pré-históricos face a precedência do art. 20, inc. X, da Carta Maior Brasileira, que as define como bens da União. Todavia, ao relacionar em seu texto as competências que lhe cabe exercer em comum exercer com a União e o Município ela explica o seguinte:

"Art. 11 - É competência do Estado, comum à União e ao Município:

...

- proteger os documentos, obras e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, paisagens naturais notáveis e sítios arqueológicos."

Por esta razão, o presente trabalho em capítulo próprio, faz o levantamento tanto da legislação federal como estadual de caráter infraconstitucional, no sentido de mostrar a existência de normas e mecanismos de proteção às cavidades naturais subterrâneas, que são bens da União, por propriedade, e bens de proteção, por localização, encontradas no Estado de Minas Gerais, embora carentes, ainda, de melhor



envolvimento educativo e cultural por parte da população e por outras medidas operacionais objetivas e eficazes, que visem manter a sua preservação, a cargo do Poder Público.

Aparentemente, a espeleologia no Brasil em geral, e em Minas Gerais, em particular poderia ser considerada área de estudo e pesquisa algo incipiente. Muitas vezes, o esporte, o risco, a curiosidade e as aventuras precederiam o real interesse científico, de que elas se revestem.

Na verdade, porém, cabe registrar que a espeleologia tem sido significativamente prestigiada entre nós, haja vista a existência de os vários grupos de pesquisadores espeleólogos atuantes.

Estudos realizados, comprovam a existência em Minas Gerais de cavernas de grande importância do ponto de vista histórico-cultural, a par de sua rara beleza cênica, que abrigam vestígios arqueológicos e paleontológicos sob ameaça constante de impactos negativos, tanto pelas atividades urbanas, como pelas explorações inadequadas de suas reservas minerais e outros recursos naturais. É necessária, portanto, a existência e a correta obediência a normas legais disciplinadoras das explorações dos recursos naturais e de ocupação urbana da superfície das regiões cársticas - proibindo ou restringindo tais atividades, como, entre outros a Lei Federal nº 6766/79, fazendo cumprir o desenvolvimento de uma correta política de zoneamento e gerenciamento ambiental.

A par das medidas legais técnicas e educacionais de proteção do patrimônio espeleológico é preciso que haja, também, uma atuação sistemática e contínua em prol desses recursos naturais e sua interconexão com o conceito geral de meio ambiente, por sinal, objeto de mandamentos explícitos na Constituição Federal de 1988.

Não podem ficar sem registro, ainda, na interconexão alusiva aos sítios arqueológicos, espeleológicos e paleontológicos os regramentos inerentes à recente Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que trata dos Crimes Ambientais, com destaque para o seu capítulo V - Dos Crimes contra o Meio Ambiente - Seção IV Dos Crimes Contra o Ordenamento Urbano e o Patrimônio Cultural.

Portanto, tem-se como premissa básica levantar as medidas jurídicas e operacionais inerentes à proteção e à preservação das cavidades naturais subterrâneas e fornecer subsídios para a proposição de alternativas que visem solucionar os

problemas de ordem ambiental, relacionados com a degradação de Cavernas, sobretudo em função de atividades antrópicas predatórias.

São enumerados, os seguintes aspectos de cunho propositivo ou indicativo, a saber:

- Ω estabelecimento de diretrizes básicas para o monitoramento ambiental das cavernas;
- Ω indicação de medidas legais e operacionais de proteção ao patrimônio espeleológico, compatíveis com os seus diferentes e ordenados aproveitamentos, como os de ordem cultural, social e econômica; e
- Ω orientações para as ações e atividades para o uso ou exercício controlado do patrimônio natural e cultural relacionados com os bens públicos denominados cavidades naturais subterrâneas, nos termos da Constituição Federal e das Leis de índole infraconstitucional.

METODOLOGIA

O procedimento metodológico definido e utilizado baseia-se fundamentalmente, na articulação de dois instrumentos essenciais, ou sejam:

- Ω os legais e operacionais; e
- Ω os das ações e atividades protecionistas.

O primeiro refere-se ao amparo legal composto de regramentos jurídicos inerentes ao patrimônio espeleológico do País e o segundo integrado pela instrumentação técnico-científica representada por estudos e decisões concernentes.

A metodologia utilizada leva em conta, como recomendação clássica de análise o terceto formado, respectivamente:

- Ω pelo levantamento bibliográfico e cartográfico;
- Ω pelo levantamento das áreas definidas como de proteção ao patrimônio espeleológico; e
- Ω pela análise de documentação existente e disponível inerente à matéria com concentração no Estado de Minas Gerais.

ÁREAS DE PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO E EM MINAS GERAIS

O calcário, como fonte originária e susceptível ao surgimento de cavidades naturais subterrâneas passíveis de decorrências



arqueológicas e paleontológicas, as medidas de proteção no sentido de preservá-las, impondo-se todas limitações necessárias à atividade extrativa programada da industrialização, são exigentes e complexas, além de operacionalização difícil face ao despreparo educacional e cultural das populações, sem falar, da ganância de empresários, proprietários e investidores em torno dos ganhos que a substância mineral lhes pode proporcionar, sem que haja de sua parte cuidados especiais que elas merecem.

A proteção do patrimônio espeleológico nacional e do Estado de Minas Gerais está submetida a uma tríplice designação de áreas específicas, a saber:

- Ω APA - Área de Proteção Ambiental;
- Ω APP - Área de Preservação Permanente;
- Ω APE - Área de Proteção Especial.

Em nível federal:

- Ω APA "Cavernas do Peruaçu" - Decreto nº 98.182, de 26.09.89;
- Ω APA "Carste de Lagoa Santa" - Decreto nº 98.881, de 25.01.90;
- Ω APA "Morro da Pedreira" - Decreto nº 98.891, de 26.01.90.

Em nível estadual:

- Ω APA "Gruta Rei do Mato" - Decreto nº 8.670, de 27.09.84;
- Ω APP "Gruta da Igrejinha" - Decreto nº 26.420, de 09.12.86;
- Ω Edital de Tombamento da "Área de Poções e Gruta do Bale", de 27.09.89;
- Ω APE "Gruta Lapa Nova" - Decreto nº 36.936, de 20.02.90.

MEDIDAS LEGAIS DE PROTEÇÃO E CONTROLE DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO

Na atualidade uma das grandes preocupações da humanidade diz respeito à utilização abusiva e descontrolada dos recursos naturais. O uso indiscriminado faz com que ocorram degradações e alterações de sistemas naturais. O planejamento sistemático e a adoção e aplicação de Instrumentos Legais e Operacionais de Proteção e Controle, são os mecanismos indispensáveis para evitar os conflitos gerados entre a demanda dos recursos

naturais e a sua proteção e conservação, aliada à preservação e controle do patrimônio espeleológico. Essas medidas quando adotadas em conjunto, levam a compatibilização entre as atividades produtivas, proteção e melhoramento da qualidade ambiental dos sistemas cavernícolas.

Nos últimos dez anos surgiu no Brasil vasta legislação sobre o meio ambiente e em particular, sobre o patrimônio espeleológico, tendo a Constituição Federal e a Estadual, dedicado capítulo sobre essa matéria.

A Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada em 05 de outubro de 1988, como foi dito em seu artigo 20 estabelece que, dentre outros bens, as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos são considerados bens da União.

Estes bens, aos quais são dados a designação de monumentos são, portanto, objeto de domínio federal, dispensando proteção aos mesmos, diante de sua relevância cultural.

No Estado de Minas Gerais, a Constituição de 05 de outubro de 1989, em seu artigo 208 estabelece que constituem patrimônio cultural mineiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, que contenham referência à identidade, à ação e à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade mineira, entre os quais se incluem:

"I - as formas de expressão;

II - os modos de criar, fazer e viver;

III - as criações científicas, tecnológicas e artísticas;

IV - as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados a manifestações artístico-culturais;

V - os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, espeleológico, paleontológico, ecológico e científico".

"Art. 209 - O Estado, com a colaboração da comunidade, protegerá o patrimônio cultural por meio de inventários, registros, vigilância, tombamento e desapropriação, de outras formas de acautelamento e preservação e, ainda, de repressão aos danos e às ameaças a esse patrimônio.

Parágrafo único - A Lei estabelecerá plano permanente para proteção cultural do Estado,



notadamente dos núcleos urbanos mais significativos."

Desse modo, as atividades produtivas que venham alterar as condições ambientais dos ecossistemas cavernícolas ficam, pois, sujeitas às obrigações legais e sofrem limitações administrativas impostas pelo Poder Público, tendo em vista a proteção dos interesses públicos que representam.

Dentro dessa visão institucional e legal do meio ambiente, aplicável às cavidades naturais subterrâneas aos sítios arqueológicos e paleontológicos, as atividades consideradas impactantes estarão sujeitas às obrigações legais e limitações administrativas, impostas pelos órgãos e entidades da Administração Pública de diferentes níveis (federal, estadual, distrital ou municipal).

Legislação Aplicável

Segundo os pressupostos constitucionais há uma diversificada legislação federal aplicável a proteção ambiental dos bens da União inscritos como cavidades naturais subterrâneas, sítios arqueológicos e paleontológicos, como a seguinte:

Ω *Lei Federal nº 3.924, de 26.07.61 - Dispõe sobre os Monumentos Arqueológicos e Pré-históricos.* Esta Lei estabelece que os monumentos arqueológicos ou pré-históricos de qualquer natureza e todos os elementos neles inseridos ficam sob a guarda e proteção do Poder Público, de acordo com que estabelecia o art. 175, da antiga Constituição Federal de 1967, recepcionada pela atual Constituição de 1988.

Ω *Lei Federal nº 6.938, de 31.08.81 que trata da Política Nacional do Meio Ambiente,* tendo como objetivo principal compatibilizar o desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico.

Ω *Resolução CONAMA nº 005, de 06.08.87 - Aprova o Programa Nacional de Proteção do Patrimônio Espeleológico.*

Ω *Portaria IBAMA nº 887, de 15.06.90 - Constitui o Sistema Nacional de Informações Espeleológicas e limita o uso das cavidades naturais subterrâneas.* Essa Portaria, dispõe sobre a promoção e realização de diagnóstico ambiental do patrimônio espeleológico nacional, identificando as áreas críticas e

definindo ações e instrumentos necessários à sua proteção e uso adequado.

Ω *Decreto Federal nº 99.556 de 01.10.90 - Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional e que como tal, deverão ser preservadas e conservadas de modo a permitir estudos e pesquisas de ordem técnico-científica, bem como atividades de cunho espeleológico, étnico-cultural turístico, recreativo e educativo.*

Ω *Decreto Federal nº 97.632, de 10.04.89 - Institui a obrigatoriedade da apresentação do PRAD - Plano de Recuperação de Área Degradada, para os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais.*

Ω *Lei Federal nº 6.902, de 27.04.81 - Dispõe sobre a criação de Área de Proteção Ambiental - APA, Unidade de Conservação.* O objetivo desta Lei é o de preservar determinado ecossistema para assegurar o bem estar das populações humanas e conservar ou melhorar as condições ecológicas locais.

Ω *Decreto Federal nº 98.182 de 26.09.85- Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental - APA, no Estado de Minas, denominada "Cavernas do Peruaçu", situada nos Municípios de Januária e Itacarambi.* Segundo o texto do Decreto em epígrafe, além de garantir a conservação do conjunto paisagístico e da cultura regional, tem por objetivo principal, proteger e preservar as cavernas e demais formas cársticas, sítios arqueológicos e paleontológicos, a cobertura vegetal, a fauna silvestre, cuja preservação é fundamental para o ecossistema como um todo.

Ω *Decreto Federal nº 98.881, de 25.01.90 - Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental, no Estado de Minas Gerais, denominada "Carste de Lagoa Santa", situada nos Municípios de Lagoa Santa, Pedro Leopoldo, Matozinhos e Funilândia.* Este Decreto tem por objetivo a proteção e preservação das cavernas e demais formações cársticas, sítios arqueo-paleontológicos, a cobertura vegetal e a fauna silvestre da região por ele definida como Carste de Lagoa Santa no Estado de Minas Gerais.

Ω *Decreto Federal nº 98.891, de 26.01.90 - Dispõe sobre a criação de Área de Proteção Ambiental, no Estado de Minas Gerais*



denominada "Morro da Pedreira", situada nos Municípios de Morro do Pilar, Jaboticatubas, Taquaraçu de Minas, Itabira e José de Melo. A APA Morro da Pedreira, objeto do Decreto em epígrafe, além de garantir a proteção do Parque Nacional da Serra do Cipó e o conjunto paisagístico de parte do maciço do Espinhaço, tem por objetivo principal proteger e preservar o Morro da Pedreira, sítios arqueológicos, a cobertura vegetal, a fauna silvestre e os mananciais, cuja preservação é de fundamental importância para o ecossistema da região.

Ω *Criação do Centro Nacional de Estudos, Proteção e Manejo de Cavernas – CECAV - 05.06.97* - O CECAV/IBAMA, tem por objetivo principal propor, normalizar, fiscalizar e controlar o uso do patrimônio espeleológico nacional, bem como fermentar levantamentos, estudos e pesquisas que possibilitem ampliar o conhecimento sobre as cavidades naturais subterrâneas no território nacional.

Ω *Lei Federal nº 7.347, de 25.07.85- Disciplina a Ação Civil Pública* por danos causados ao meio ambiente, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico. Esta Lei determina em seu "Art. 5º. A ação principal e a cautelar poderão ser propostas pelo Ministério Público, pela União, pelos Estados e Municípios. Poderão também ser propostas por autarquia, empresa pública, fundação, sociedade de economia mista ou por associação". No ensinamento do jurista e ambientalista LEME MACHADO (1998) a ação é também chamada pública porque defende bens que compõem o patrimônio social e público, assim como os interesses difusos e coletivos, como se vê no art. 129, II da Constituição Federal. As finalidades da ação civil pública são: "cumprimento da obrigação de fazer, cumprimento da obrigação de não fazer e/ou a condenação em dinheiro".

Ω *Resolução CONAMA nº 001, de 23.01.86* - Através dessa Resolução, o Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA, fixou os critérios e as diretrizes gerais para a elaboração do Estudo e Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA

Ω *Lei Estadual nº 8.670, de 27.09.84* - *Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Especial, para a região da Gruta Rei do Mato*, no Município de Sete Lagoas. A par de determinar que fica sob proteção especial do Estado de

Minas Gerais, a área denominada "Gruta Rei do Mato", no Município de Sete Lagoas. Esta Lei preceitua, basicamente, que ficarão sob a tutela do Poder Público, além da fauna e da flora, os monumentos naturais que compõem o conjunto paisagístico, bem como as grutas e abrigos, contendo vestígios paleoameríndios e jazidas arqueológicas ou pré-históricas de qualquer natureza que estejam circunscritas na área.

Ω *Decreto Estadual nº 26.420, de 09.12.86* - *Dispõe sobre a criação de Área de Preservação Permanente situada nos Municípios de Ouro Preto e Ouro Branco*. Este Decreto, tem por objetivo principal a proteção da Gruta da Igrejinha, que constitui patrimônio natural de reconhecido valor histórico, cultural, científico e espeleológico para o Estado.

Ω *Decreto Estadual nº 30.936 de 20.02.90* - *Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Especial sob a denominação "APE Lapa Nova de Vazante"*, situada no Município de Vazante. Essa APE, além de proteger a Lapa Nova que constitui patrimônio natural de reconhecido valor histórico, cultural e paisagístico, rara beleza cênica e de significativo potencial espeleológico e turístico, visa também conter a acelerada expansão urbana.

INSTRUMENTOS OPERACIONAIS DE PROTEÇÃO E CONTROLE DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO

A fim de conciliar as atividades econômicas (mineração, agricultura, pecuária, turismo, etc.) com a manutenção da integridade física das cavidades naturais subterrâneas e dos aquíferos subterrâneos, torna-se necessário o devido conhecimento científico dessas áreas. As influências diretas e indiretas sobre os meios (físico, biótico e antrópico), representam fator básico para o desenvolvimento e operação de qualquer tipo de empreendimento. Daí a necessidade de conhecimento sobre as estruturas cársticas conducentes ao desenvolvimento de estudos técnicos para proteção desses ecossistemas, considerados de relevante significado e extrema fragilidade.

Os procedimentos de investigação indireta por geofísica baseados em eletromagnetismo, sísmica, magnetometria, polarização induzida e outros, podem demonstrar a existência de cavidades naturais subterrâneas.



Estes procedimentos devem se desenvolver em áreas geologicamente mapeadas que apresentam uma litologia compatível com a possibilidade de existência de cavernas. Nas jazidas minerais onde se desenvolvem frentes de lavra, buscando o aproveitamento econômico de calcários, muitas vezes são necessários estes levantamentos geofísicos, para preservação de grutas de interesse espeleológico e de valor paisagístico. Nos maciços calcários, para que haja racionalização da lavra e soluções relacionadas com o controle da poluição das águas subterrâneas, é de grande importância o desenvolvimento dos trabalhos geológicos e geofísicos.

Os mapas geológicos devem detalhar a estratigrafia, a litologia e os lineamentos estruturais das áreas cársticas, demonstrando além de sua gênese, a escala de sua ocorrência. Assim, é necessário que nesses mapas sejam traçados os contatos litológicos e registradas as fraturas e dobramentos. Isto porque, podem determinar condutos por onde a água pluvial ou subterrânea escoar. O escoamento da água, em longos períodos de tempo através destes condutos, tende a ocasionar a dissolução de carbonatos gerando o surgimento de cavidades naturais subterrâneas e afetando a porosidade média uniforme.

Para avaliar os condutos desenvolvidos em fraturas, deve-se considerar a trama e a distribuição da rede de drenagem subterrânea e a delimitação dos sistemas cársticos

As primeiras técnicas de investigação científica são as seguintes:

- Ω Interpretação de imagens de satélites;
- Ω aerofotogeologia;
- Ω descrição de afloramentos no campo;
- Ω tomada de medidas estruturais no campo;
- Ω análise de lineamento, juntas, diáclises, fraturamentos e falhas, no campo e no escritório;
- Ω análises petrográficas e petrológicas;
- Ω traçado de colunas estratigráficas;
- Ω levantamentos geofísico e geoquímicos;
- Ω utilização de traçadores para mapeamento da circulação de água (corantes por exemplo);
- Ω levantamentos espeleológicos.

As imagens de satélites, abrangendo grandes áreas dão ideias gerais da estruturação da crosta terrestre, que insere o sistema cárstico, sendo de grande valia para se compreender em que esse sistema se encaixa.

As fotos aéreas, detalham observações obtidas nas imagens de satélites, permitindo através da estereoscopia os estudos geomorfológicos e estruturais de semi-detalhes. Também servem para se obter um traçado preliminar dos contatos geológicos e das fraturas de condutividade hidráulica maior. Costuma-se fazer com base nas fotos aéreas, um desenho bastante completo da localização dos delineamentos relacionados com os dobramentos e falhamentos. Com os esboços obtidos da interpretação fotogeológica, torna-se mais fácil a obtenção dos dados de campo através da descrição de afloramentos. Nas descrições dos afloramentos são tomadas as medidas de direção e mergulho das camadas e da xistosidade ocorrente nas rochas. Todas essas medidas são tratadas estatisticamente para se ter ideia dos esforços tectônicos dos quais as rochas estiveram sujeitas. No campo são coletadas as amostras que servirão para a descrição petrográfica dos vários tipos litológicos e que definirão texturas e estruturas, como também toda a mineralogia ocorrente.

Com base nas observações acima citadas, pode-se traçar a coluna estratigráfica do sistema cárstico, determinando exatamente a posição das rochas calcárias, em relação aos sedimentos ou metasedimentos encaixantes, dando uma visão da idade geológica e das condições genéticas.

Uma vez desenhado o mapa geológico do sistema cárstico, podem ser feitos levantamentos geofísicos com utilização de métodos elétricos e outros que indiretamente avaliarão condutos de lençol freático em rochas fraturadas. Do ponto de vista geoquímico é importante saber interpretar as relações dos óxidos de cálcio e magnésio determinando o grau de dolomitização dos calcários.

No sentido de se estudar diretamente os condutos, muitas vezes são usados testemunhos de sondagens obtidos através de perfurações com sonda rotativa, com coroa de diamante.

Os fluxos de água subterrânea, assim como a velocidade de deslocamento destes, podem ser estudados com auxílio de traçadores, em escala de semidetalhe ou regional, proporcionando de forma direta provas de movimento da água de um ponto para outro.



Os levantamentos espeleológicos possibilitam a identificação por métodos diretos, da rede de condutos subterrâneos. Desta forma, é possível o mapeamento das cavernas e resgate de diferentes áreas específicas. Os levantamentos espeleológicos visam sobretudo dar subsídio para zoneamento do uso e ocupação do solo, indicando áreas onde o patrimônio espeleológico apresenta relevância específica ou áreas cujas características morfodinâmicas possam oferecer riscos às diferentes atividades sócio-econômicas. É muito importante a adoção de um correio gerenciamento de uso e ocupação do solo, a partir de um zoneamento ambiental que favoreça a compatibilização entre o desenvolvimento de atividades produtivas e a proteção ambiental.

Os levantamentos bioespeleológicos sistemáticos objetivam a identificação faunística e o entendimento da distribuição geográfica na área.

Os diversos métodos de estudos citados, são em geral os mais utilizados no planejamento e execução de empreendimentos e obras localizados em áreas cársticas.

Nas intervenções antrópicas, enfim no planejamento e na execução de atividades econômicas, especificamente àquelas inseridas em áreas de potencial espeleológico e/ou de atividades urbanas, a investigação prévia pode variar de acordo com a natureza, porte e impacto ambiental do empreendimento. De qualquer modo não se pode esquecer de três grandes fatores determinantes da influência do empreendimento sobre o meio ambiente (físico, biológico e sócio-cultural).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, como em todo o mundo, cada vez mais aumenta a consciência da importância da preservação do patrimônio espeleológico e ampliam-se as entidades que lutam por sua defesa.

Novos instrumentos técnico, legais e educacionais têm sido criados e utilizados nesse sentido, surgindo o turismo, quando bem feito, como um dos instrumentos de educação ambiental e forma de viabilizar economicamente a preservação de vários sítios espeleológicos.

Cabe às Instituições públicas competentes e responsáveis pela preservação e conservação do patrimônio espeleológico, promover a divulgação do cadastro da Sociedade Brasileira de Espeleologia - SBE e passar informações sobre o patrimônio já

mapeado, junto aos Municípios situados em regiões de potencial espeleológico.

A divulgação de informações sobre o patrimônio espeleológico junto às comunidades com recomendações sobre sua preservação e o desenvolvimento de trabalho de educação ambiental junto aos diversos segmentos da sociedade constituem formas de contribuição para proteção das cavidades naturais subterrâneas. O estabelecimento de parceria com grupos de espeleologia para realização de estudos e proposições de diretrizes, visando proteção do patrimônio espeleológico, constitui outro instrumento de grande importância para órgãos e entidades públicas ou privadas.

Compete a cada Município, com o apoio da União, dos Estados e da iniciativa privada, responsáveis pela implantação de empreendimentos em áreas cársticas, a elaboração do zoneamento de uso e ocupação do solo, e que leve em consideração a necessidade de proteção das áreas de potencial espeleológico, incluindo o zoneamento de áreas de riscos, áreas que possuem maior fragilidade do ponto de vista hidrogeológico e espeleológico.

Os sistemas cársticos são particularmente sensíveis aos impactos sobre o meio físico, considerando a eminente inter-relação existente entre o exocarste e o endocarste, bem como, a dinâmica da paisagem.

O patrimônio espeleológico mineiro, ao longo do tempo, vem sendo alvo de inúmeras agressões, considerando a importância da rocha calcária como fonte de aproveitamento econômico. O calcário, substância mineral essencial para a indústria siderúrgica e cimenteira, tem sua exploração diretamente associada ao crescimento econômico de Minas Gerais. Sua extração constitui-se numa das principais ameaças que pairam sobre o patrimônio espeleológico, sendo crítica a situação de áreas situadas próximas aos sítios de atividades urbanas ou minerárias, onde o impacto ambiental atinge extensas áreas de forma irreversível.

São conhecidos vários métodos de estudos para implantação de empreendimentos em relevo cárstico. As metodologias de fatores e os níveis de valorização utilizados diferem de um autor para outro, ou de acordo com a visão técnica do responsável pela análise dos estudos ambientais, dependendo do grau de subjetividade de cada um, e da importância dada a esta ou aquela ciência.

No entanto, entende-se que a situação ideal seria a definição de critérios básicos de análise que permitam analisar os três parâmetros (físico,



biológico, sócio-econômico-cultural), dentro de uma adequada e necessária coerência técnica.

OFERECIMENTO

In Memoriam

Marcos Pereira Gonzaga, grande colega e companheiro na luta pelo controle e preservação das cavernas.

AGRADECIMENTOS

A autora é grata e honrada a todos quanto com ela colaboraram no sentido de que viesse a lume a Monografia apresentada. Funcionários da Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM/MG, nela citados; Prof. Geólogo Mestrando Cláudio Maurício T. da Silva - UFOP/SEE; Geólogo Doutorando João César de Freitas Pinheiro; em particular ao Prof. Dr José Maria Almeida Martins Dias; e de modo especial ao Prof. Dr Frederico Pardini, como professor orientador do trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- AYUB, S, MARCELINO, M., MAYERHOFER, C.E.S., CARAZZA, A., CHIARINI, A.P. - Problemas Geotécnicos em Relevo Cárstico - Seminário de Geologia de Engenharia. Escola Politécnica/ IG - USP, 38p., 1994.
- AYUB, S. & DEHIRA, L.K. - Curso de Introdução à Geologia do Carste para Espeleólogos. Apostila editada pela SBE - Sociedade Brasileira de Espeleologia. São Paulo - SP, 24 p., 1995.
- BRANDI, W. - Espeleologia Aplicada aos Estudos de Impacto Ambiental. In: Congresso de Espeleologia da América Latina e do Caribe, 1º, Anais... Belo Horizonte - MG p. 197-207, 1988.
- CASTRO, J.P.C. - Sinopse da Legislação Ambiental, 1996.
- CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais). Projeto Vida. Informações Básicas para Gestão Territorial - volume 1 - 89p., 1994. -Belo Horizonte-MG, 1994
- FEEMA/CONAMA. - Manual de Procedimento para Avaliação de Impacto Ambiental (documento não publicado). Rio de Janeiro - RJ, 1987.
- FORD, D.C., WILLIAMS, P.W.- Karst Geomorfology and Hidrology,. London, Unwin Hyman. 601p., 1989.
- GUERRA, A.T. - Dicionário Geológico - Geomorfológico. Fundação IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia. 439 p., 1969
- KARMANN, I & S ANCHES. L. E - Distribuição das Rochas Carbonáticas e Províncias Espeleológicas no Brasil, Espeleo-Tema, Rev. Soc. Bras. Espel. vol. 13, p. 105-164, 1979.
- KOHELER, H.C. - Forma, Gênese e Evolução dos Relevos Cársticos. In: Semana de Estudos da SICEG, 21º n° 22. DEGEO - UFOP - Ouro Preto - MG. p.45-58, 1992
- LEME MACHADO, Paulo Afonso - Direito Ambiental Brasileiro, 7ª edição, São Paulo, Malheiros Editores, 1998.
- LEMO, C.F. - Cavernas: O Fascinante Brasil Subterrâneo - Ed. Rios Ltda. São Paulo - SP, 1989.
- LINO, C.F. - Manejo de Cavernas para Fins Turísticos. Texto básico para os cursos: "Acondicionamento de las Cavernas con Fines Turísticos". Ilcatur Venezuela. Agosto 1988. And "Protect Área Management Workshop for Trainers from the Portuguesa Speaking Contries"- National Park Service - USA. 37p. Setembro, 1988.
- PESSOA, P.F.P. - Caracterização Hidrogeológica da Região Cárstica de Sete Lagoas, MG: Potencialidades e Riscos São Paulo - SP: JGC - USP, 101p. 1996.



- REIS, J. A. - Gruta Lapa Nova e Gruta da Deuza, Revista da Escola de Minas / UFOP. Ouro Preto-MG. 9p., 1968.
- RIGOBELLO, A.E. - Mina do Morro da Lapa - Estudo de Caso (Preservação de Patrimônio Paisagístico Natural e Recuperação da Área Degradada). Vazante-MG. 57p., 1994.
- SÁNCHEZ, L.E. - Avaliação de Impacto Ambiental na Mineração: Interações entre o Projeto Técnico e os Estudos Ambientais. In: Simpósio sobre Controle Ambiental e Segurança em Mineração São Paulo - SP - Escola Politécnica/USP, p.23-87, 1989.

¹ Esse estudo é resultado do trabalho de Monografia apresentada para obtenção do título de especialista em Urbanismo, do Curso de Urbanismo da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, sob orientação do Professor Doutor Frederico Pardini.